

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-191708

(43)Date of publication of application : 30.07.1993

(51)Int.Cl.

H04N 5/232  
G02B 7/28

(21)Application number : 04-006413

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 17.01.1992

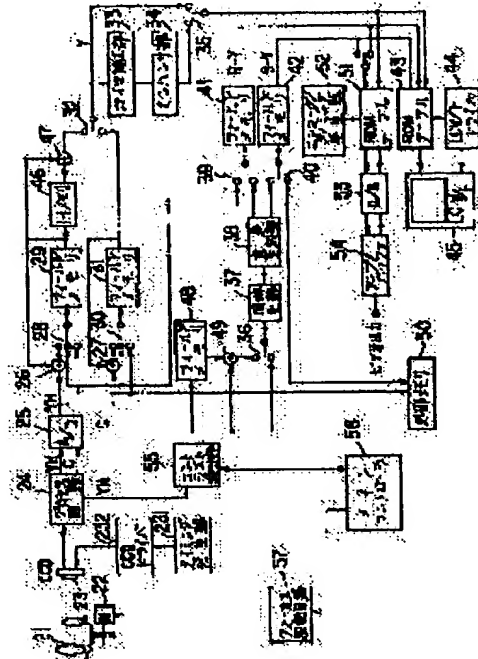
(72)Inventor : ARAI TOSHIAKI

## (54) AUTOMATIC FOCUS DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To quicken the focus speed in the automatic focusing by using a depth of field of a lens system so as to move a lens system of focal point setting.

**CONSTITUTION:** A process circuit 24 extracts a luminance signal and a chrominance signal from a picture signal picked up by a CCD 23 via a lens system 21, and a contrast detection section 55 detects a contrast of each point from the luminance signal YH. Then a focus drive circuit 57 forwards a position of a lens system 21 in a close end direction by a movement in response to a depth of field and when the contrast is larger than a value at a point before the movement, the circuit 57 retracts the lens system position in the infinite end direction and uses a point at which a focus point is placed within a range of a depth of field as a focal position by the lens system 21. Thus, the movement of the lens system per once is set large and the focus speed in the automatic focusing is quickened.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-191708

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 N 5/232

G 0 2 B 7/28

識別記号

庁内整理番号

H 9187-5C

7811-2K

F I

G 0 2 B 7/ 11

技術表示箇所

K

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-6413

(22)出願日 平成4年(1992)1月17日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72)発明者 荒井 俊明

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

計算機株式会社羽村技術センター内

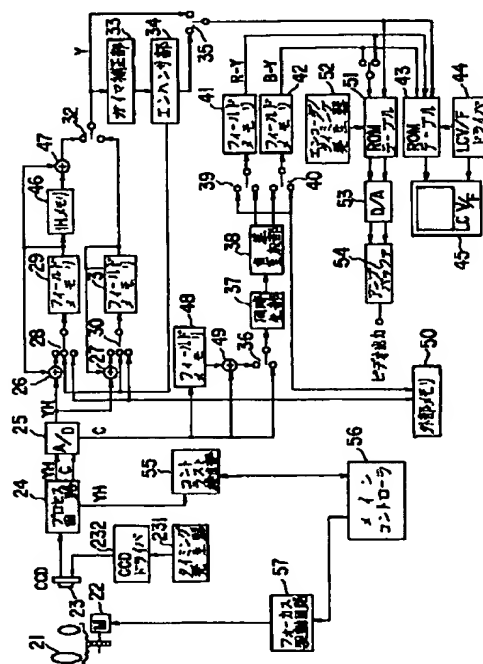
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 オートフォーカス装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、レンズ系の被写界深度を利用してオートフォーカス動作を実行するようにしている。

【構成】CCD23より撮像される画像信号の輝度信号から撮像画像のコントラストに応じた出力を検出するコントラスト検出部55とCCD23に対するレンズ系21の位置を調整するフォーカス駆動回路57を有し、フォーカス駆動回路57により、レンズ系21の位置を該レンズ系21の被写界深度に応じた移動量で至近端方向に前進させ、コントラスト検出部55より検出される各点でのコントラスト値が移動前の点のコントラスト値より大きくなった時点で、今度はフォーカス駆動手段よりレンズ系位置を被写界深度に応じた移動量で無限端方向に後退させて被写界深度の範囲に合焦点位置が位置する点をレンズ系21による合焦点位置と決定するようにフォーカス駆動回路57を制御するようにしている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体を撮像する撮像手段と、  
この撮像手段より撮像される画像信号の輝度信号から撮  
像画像のコントラストに応じた出力を検出するコントラ  
スト検出手段と、  
前記撮像手段に対するレンズ系の位置を調整するフォー  
カス駆動手段と、  
このフォーカス駆動手段により前記レンズ系位置を該レ  
ンズ系の被写界深度に応じた移動量で至近端方向または  
無限方向に前進させ前記コントラスト検出手段より検出  
される各点でのコントラスト値が移動前の点のコントラ  
スト値より大きくなった時点で前記フォーカス駆動手段  
により前記レンズ系位置を前記被写界深度に応じた移動  
量で無限端方向または至近方向に後退させ前記被写界深  
度の範囲に合焦点位置が位置する点を前記レンズ系によ  
る合焦点位置と決定するように前記フォーカス駆動手段  
を制御する制御手段とを具備したことをオートフォーカ  
ス装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子カメラなどに利用  
されるオートフォーカス装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電子カメラの発達は目覚ましいものがあり、最近のカメラに見られるようなオートフォーカス装置を採用したものも実用化されつつある。しかし、従来、このような電子カメラに適用されるオートフォーカス装置として、図5に示すように構成したものがある。

【0003】図において、1はレンズ系で、このレンズ系1の光軸上には絞り2を介してCCD3を配置し、これらレンズ系1および絞り2を介して被写体の撮影像をCCD3の撮像面に結像するようにしている。この場合、レンズ系1には、該レンズ系1をその光軸方向に移動するフォーカスモータ4を設け、結像のピント調整を可能にし、また、絞り2には、該絞り2の開度を制御する絞りモータ5を設けている。

【0004】そして、CCD3より撮像された画像信号を撮像回路6に与え、この撮像回路6より輝度信号を抽出し、この輝度信号をハイパスフィルタ7に与えて輝度信号中に含まれる高域成分を検出する。さらに、この輝度信号中の高域成分を整流回路8に与え、ここで整流することにより撮影された画像のコントラストに比例した直流電圧をコントラスト電圧として求め、このコントラスト電圧をオートフォーカス駆動回路9に与える。これによりオートフォーカス駆動回路9では、この時のコントラスト電圧によりフォーカスモータ4を駆動してレンズ系1によるピント調整を行うようになるが、この場合、レンズ系1を移動してピント位置を動かしていくと、撮影された画像のコントラストが変化していき、合焦点位置で最大となることから、オートフォーカス駆動回

路9では、コントラスト電圧が最大になるようにフォーカスモータ4を駆動することにより、いわゆるコントラストオートフォーカスを実現するようにしている。

【0005】ここで、同じ画像を撮影している際に、周囲の明るさが変化したような場合、ピント位置が変化しないのに画像のコントラストに変化を生じ、コントラスト電圧が変動してオートフォーカスに誤動作が生じることがある。そこで、このような誤動作を防止するため、撮像回路6で抽出される輝度信号を積分回路10で積分して明るさの値を検出し、これを絞り駆動回路11に与え、この絞り駆動回路11により積分回路10より求められる明るさの値が一定になるように絞り2の開度を調整することにより、コントラストオートフォーカスの明るさ変化に伴う誤動作を防止するようにしている。

【0006】ところで、このようなオートフォーカス装置によりコントラスト値が最大、つまり合焦点位置Mになるようにフォーカスモータ4を駆動するには、例えば、図6(a)に示すようにコントラスト値の曲線に対して合焦点位置MがB点に近い場合は、同図(b)に示すように、まず、フォーカスモータ4によりレンズ系1を無限大 $\infty$ 側のA点からB点まで移動し、A点とB点のコントラスト値を比較する。ここでは $A < B$ になるので、B点から近距離MOD側にC点まで移動してコントラスト値を比較する。すると、ここでは $B > C$ になるので、今度はレンズ系1の移動量を $1/2$ にするとともに移動方向を反転してC点からD点まで移動し、これらのコントラスト値を比較する。ここでは $C < D$ になるので、さらにD点からE点まで移動し、これらのコントラスト値を比較する。すると、ここでは $D > E$ になるので、移動量を $1/2$ にするとともに、再びレンズ系1の移動方向を反転してE点からF点まで移動するようになる。以下、同様にして移動前の点のコントラスト値が移動後の点のコントラスト値より小さければ、さらに同じ方向に移動し、移動前の点のコントラスト値が移動後の点のコントラスト値より大きければ移動量を $1/2$ にするとともに、移動方向を反転するような動作を繰り返し、最終的にレンズ系1の移動量が、焦点距離が最大、レンズの絞りが開放、レンズの焦点位置が近距離端の時のレンズ手前の被写界深度の $1/2$ になって、この移動量の範囲に合焦点位置Mが入った所で、合焦点位置Mを決定するようにしている。

【0007】また、図7(a)に示すようにコントラスト値の曲線に対して合焦点位置MがC点に近い場合は、同図(b)に示すように、まず、フォーカスモータ4によりレンズ系1を無限大 $\infty$ 側のA点から近距離MOD側にB点まで移動し、A点とB点のコントラスト値を比較する。ここでは $A < B$ になるので、B点から近距離MOD側にC点まで移動してコントラスト値を比較する。ここでも $B < C$ になるので、C点からD点まで移動してコントラスト値を比較する。すると、ここでは $C >$

10

20

30

40

50

Dになるので、今度はレンズ系1の移動量を1/2にするとともに移動方向を反転してD点からE点まで移動し、これらのコントラスト値を比較するようになる。そして、この場合も上述したと同様にして移動前の点のコントラスト値が移動後の点のコントラスト値より小さければ、さらに同じ方向に移動し、移動前の点のコントラスト値が移動後の点のコントラスト値より大きければ移動量を1/2にするとともに、移動方向を反転するような動作を繰り返し、最終的にレンズ系1の移動量が、焦点距離が最大、レンズの絞りが開放、レンズの焦点位置が近距離端の時のレンズ手前の被写界深度の1/2になって、この移動量の範囲に合焦点位置Mが入った所で、合焦点位置Mを決定するようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようにレンズ系1の移動量が焦点距離が最大、レンズの絞りが開放、レンズの焦点位置が近距離端の時のレンズ手前の被写界深度の1/2になって、この移動量の範囲に合焦点位置Mが入るまで、フォーカスモータの正転、逆転を繰り返し、レンズ系1の移動方向を切り替えながら合焦点を求めるのでは、合焦までに時間がかかる問題点があった。

【0009】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、オートフォーカス動作の際の合焦速度を高めることができ、合焦までの時間の短縮を可能にしたオートフォーカス装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のオートフォーカス装置は、被写体を撮像する撮像手段、撮像手段より撮像される画像信号の輝度信号から撮像画像のコントラストに応じた出力を検出するコントラスト検出手段、撮像手段に対するレンズ系の位置を調整するフォーカス駆動手段を有し、フォーカス駆動手段により、最初レンズ系位置を該レンズ系の被写界深度に応じた移動量で至近端方向または無限方向に前進させ、コントラスト検出手段より検出される各点でのコントラスト値が移動前の点のコントラスト値より大きくなった時点で、今度はフォーカス駆動手段によりレンズ系位置を被写界深度に応じた移動量で無限端方向または至近方向に後退させて被写界深度の範囲に合焦点位置が位置する点をレンズ系による合焦点位置と決定するようにフォーカス駆動手段を制御するように構成している。

【0011】

【作用】この結果、本発明によればレンズ系の1回当たりの移動量を、レンズ系の被写界深度に応じて設定でき、しかもレンズ系を無限端方向に後退させた時、被写界深度の範囲に合焦点位置が位置する点をレンズ系による合焦点位置として決定するようにしているので、レンズ系の移動方向を頻繁に切り替えるような動作が無くなり、

【0012】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に従い説明する。

【0013】図1は同実施例のオートフォーカス装置が適用される電子カメラの概略的構成を示すものである。図において、21はレンズ系で、このレンズ系21は、フォーカスモータ22によりその光軸上に沿って移動可能にしている。そして、レンズ系21の光軸上にCCD23を配置し、レンズ系21を介して被写体の撮像をCCD23の撮像面に結像するようにしている。ここで、CCD23は、タイミング発生器231により動作タイミングが計られるCCDドライバ232によりその撮像動作を制御されるようになっている。

【0014】CCD23より撮像された画像信号はプロセス回路24に与えられる。プロセス回路24では、画像信号より輝度信号YHと色信号Cを抽出するようにしている。

【0015】プロセス回路24からの輝度信号YHと色信号Cは、A/D変換器25に与えられ、ここでデジタル化される。そして、デジタル化された輝度信号YHは、加算器26、27の一方の入力端子にそれぞれ与えられる。加算器26は、その加算出力をスイッチ28を介してフィールドメモリ29に与え、このフィールドメモリ29の出力が他方の入力端子に与えられる。また、加算器27は、その加算出力をスイッチ30を介してフィールドメモリ31に与え、このフィールドメモリ31の出力が他方の入力端子に与えられる。この場合、各ライン毎の輝度信号YHのデータとしてA、B、C、D、E、F、…が与えられるとすると、フィールドメモリ29では、A+B、C+D、E+F、…の内容のフィールドデータが記憶され、また、フィールドメモリ31では、B+C、D+E、F+G、…の内容のフィールドデータを記憶するようにしている。

【0016】ここで、ビデオスルーの場合（ビューファインダでCCDからの画像を見る場合）は、フィールドメモリ31の出力がスイッチ32を介して取出され、ガンマ補正部33にてガンマ補正された後、エンハンサ部34にて輪郭強調され、スイッチ35を通して出力される。一方、これと同時にA/D変換器25でデジタル化された色信号Cは、スイッチ36、輝度信号YHとのタイミングを合わせるための同時化部37を介して色差生成部38に与えられ、R-Y、B-Yの色差信号として生成され、スイッチ39、40を介してフィールドメモリ41、42にそれぞれ記憶される。そして、これらフィールドメモリ41、42より取出されるR-Y、B-Yの色差信号は、スイッチ35を通して出力される輝度信号YHとともにカラービューファインダROMテーブル43に与えられる。これにより、ドライバ44の制御によりROMテーブル43より対応表示データが出力され、カラービューファインダ45にビデオスルー画像と

して表示される。このROMテーブル43は輝度信号YH、色差信号R-Y、B-YからRGB信号を作るものである。

【0017】また、スチル画撮像の場合は、フィールドメモリ29の出力が1Hメモリ46に与えられ、この1Hメモリ46の出力を加算器47の一方の入力端子に与える。この加算器47は、他方の入力端子にフィールドメモリ29からの出力が与えられ、これらの加算結果を出力する。そして、加算器47の出力はスイッチ32を介して取出され、ガンマ補正部33にてガンマ補正され、エンハンサ部34にて輪郭強調され、再びフィールドメモリ29に戻される。また、これと同時にA/D変換器25でデジタル化された色信号Cは、フィールドメモリ48に与えられるとともに、加算器49の一方の入力端子に与えられる。この加算器49は他方の入力端子にフィールドメモリ48からの出力が与えられ、これらの加算結果を出力する。そして、加算器49の出力は、スイッチ36、同時化部37を介して色差生成部38に与えられ、R-Y、B-Yの色差信号として生成され、スイッチ39、40を介してフィールドメモリ41、42にそれぞれ記憶される。そして、これらのフィールドメモリ29の輝度信号YHとフィールドメモリ41、42の色差信号R-Y、B-Yは、フレームスチル画像として外部メモリ50に記憶されるようになる。

【0018】なお、画像再生の場合は、外部メモリ50より輝度信号YHがスイッチ30を介してフィールドメモリ31に書き込まれ、色差信号R-Y、B-Yがスイッチ39、40を介してフィールドメモリ41、42に書き込まれる。そして、フィールドメモリ31の出力はスイッチ32、35を介して取出され、フィールドメモリ41、42からの出力とともにROMテーブル51に与えられる。これにより、エンコーダ/タイミング発生器52の制御によりROMテーブル51より対応表示データが出力され、D/A変換器53でアナログ信号に変換され、アンプ/バッファ54を介してビデオ再生信号として出力されるようになる。

【0019】一方、上述のプロセス回路24には、コントラスト検出部55を接続している。このコントラスト検出部55は、プロセス回路24より出力される輝度信号YHが与えられ、この輝度信号YHより撮像コントラストを検出するようにしている。

【0020】図2は、このようなコントラスト検出部55の構成を示している。図において、551はバンドパスフィルタで、プロセス回路24より与えられる輝度信号YHより所定帯域の信号を抽出するようにしている。そして、このバンドパスフィルタ551より抽出された所定帯域の信号は、スイッチ552を介して整流回路553に与えられる。ここで、スイッチ552は後述するメインコントローラ56から与えられるタイミング信号により切り替え動作されるもので、バンドパスフィルタ

551より出力される所定帯域の信号のうち撮像画像の所定範囲に相当するもののみを整流回路553に与えるようにしている。そして、整流回路553で整流した信号を積分回路554で積分し、これをA/D変換器555を介してコントラスト値を示す信号として出力するようにしている。そして、このようなコントラスト検出部55のコントラスト信号は、メインコントローラ56に与えられる。メインコントローラ56は、コントラスト検出部55からの出力に応じてフォーカス駆動回路57を、後述するように制御するようにしている。

【0021】フォーカス駆動回路57は、メインコントローラ56の制御に従ってフォーカスマータ22を駆動し、レンズ系21を∞端から至近端まで移動することでCCD23に対する合焦位置を調整するようにしている。この場合、メインコントローラ56によるフォーカス駆動回路57の制御は、次の考えに基づいて行われるようになっている。一般にレンズの被写界深度は下式で表される。

$$t_1 = \delta F a^2 / (f^2 + \delta F a)$$

$$t_2 = \delta F a^2 / (f^2 - \delta F a)$$

【0022】ここで、 $t_1$ はレンズ手前の被写界深度、 $t_2$ はレンズ後方の被写界深度、 $a$ はレンズの焦点位置、 $f$ はレンズの焦点距離、 $F$ はレンズの明るさ(絞り値)、 $\delta$ は最小散乱円である。本発明では、レンズ系21の位置に対し上式から被写界深度を求め、この求められた被写界深度を利用して合焦点位置Mを決定するようにしている。

【0023】いま、図3(a)に示すようにコントラスト値の曲線に対して合焦点位置MがB点に近い場合は、同図(b)に示すように最初にレンズ系21の無限端A点での被写界深度を上式から求め、この時のレンズ手前の被写界深度 $f_A$ の2倍の移動量で至近端方向にB点までレンズ系21を移動する。そして、A点とB点のコントラスト値を比較する。ここでは $A < B$ になるので、B点での被写界深度を上式から求め、この時のレンズ手前の被写界深度 $f_B$ の2倍の移動量でC点までさらにレンズ系21を移動し、コントラスト値を比較する。すると、ここでは $B > C$ になるので、コントラスト値のピーク値は、C点の手前にあるものと判断され、C点での被写界深度を上式から求める。そして、今度は、レンズ後方の被写界深度 $f_C$ の2倍の移動量でB点までレンズ系1を無限端方向に後退させる。この場合、C点でのレンズ後方の被写界深度 $f_C$ とB点でのレンズ手前の被写界深度 $f_B$ は等しいものとなる。

【0024】そして、B点での被写界深度を改めて上式から求める。この場合のB点での被写界深度は、レンズ手前の被写界深度 $f_B$ とレンズ後方の被写界深度 $f_B'$ (=A点でのレンズ手前の被写界深度 $f_A$ )となるが、このうちのレンズ手前の被写界深度 $f_B$ の範囲に合焦点位置Mが位置するので、このB点をレンズ系21による

合焦点位置として決定するようになる。

【0025】次に、図4(a)に示すようにコントラスト値の曲線に対して合焦点位置MがC点に近い場合は、同図(b)に示すように、まず、レンズ系21のA点での被写界深度を上式から求め、この時のレンズ手前の被写界深度 $f_A$ の2倍の移動量で至近端方向にB点までレンズ系1を移動する。そして、A点とB点のコントラスト値を比較する。ここでは $A < B$ になるので、B点での被写界深度を上式から求め、この時のレンズ手前の被写界深度 $f_B$ の2倍の移動量でC点までさらにレンズ系21を移動し、コントラスト値を比較する。すると、ここでも $B < C$ になるので、C点での被写界深度を上式から求め、この時のレンズ手前の被写界深度 $f_C$ の2倍の移動量でD点までさらにレンズ系21を移動する。そして、D点とC点のコントラスト値を比較する。ここでは、 $C > D$ になるので、コントラスト値のピーク値は、D点の手前にあるものと判断され、D点での被写界深度を上式から求める。そして、今度は、レンズ後方の被写界深度 $f_D$ の2倍の移動量でC点までレンズ系21を無限端方向に後退させる。この場合、D点でのレンズ後方の被写界深度 $f_D'$ とC点でのレンズ手前の被写界深度 $f_C$ は等しいものとなる。

【0026】そして、C点での被写界深度を改めて上式から求める。この場合のC点での被写界深度は、レンズ手前の被写界深度 $f_C$ とレンズ後方の被写界深度 $f_C'$ (=B点でのレンズ手前の被写界深度 $f_B$ )となるが、このうちのレンズ後方の被写界深度 $f_C'$ の範囲に合焦点位置Mが位置するので、このC点をレンズ系21による合焦点位置として決定するようになる。

【0027】従って、このようにすれば、最初、レンズ系21をレンズ手前の被写界深度の2倍の移動量で至近端方向に進ませながら移動前と後の各点でのコントラスト値を比較し、移動前の点のコントラスト値が移動後の点のコントラスト値より小さければ同様な動作を繰り返し、移動前の点のコントラスト値が移動後の点のコントラスト値より大きくなった時点で、今度はレンズ系21をレンズ後方の被写界深度の2倍の移動量で無限端方向に後退させ被写界深度の範囲に合焦点位置Mが位置する点を探し、この点をレンズ系21による合焦点位置として決定するようになったので、レンズ系21の1回当たりの移動量を被写界深度に応じて設定することができる。これにより従来のレンズ系を所定の移動量から順に1/2ずつ小さくして、しかもレンズ系の移動方向を頻りに切り替えながら、最終的にレンズ系の移動量が、焦点距離が最大、レンズの絞りが開放、レンズの焦点位置が近距離端の時のレンズ手前の被写界深度の1/2になって、この移動量の範囲に合焦点位置Mが入った所で合焦点位置Mを決定するようにしたものとは比べ、合焦速度

を飛躍的に高めることができ、合焦までの時間の短縮を大幅に短縮することができるようになる。

【0028】なお、本発明では、フォーカス動作を無限端から至近端方向に行ったが、逆に至近端から無限端方向に行うこともできる。また、本発明は上記実施例にのみ限定されず、要旨を変更しない範囲で適宜変形して実施できる。例えば、上述した実施例では、電子カメラに本発明を適用した例を述べたが、ビデオカメラなどにも適用することができる。

10 【0029】

【発明の効果】本発明によれば、レンズ系の被写界深度情報を利用して合焦点位置を設定するためのレンズ系の移動を行うことで、レンズ系の1回当たりの移動量を大きく設定でき、しかも、レンズ系の被写界深度の範囲に合焦点位置が位置する点を合焦点位置として決定するようにしたので、オートフォーカス動作の際の合焦速度を速めることができ、合焦までの時間の短縮を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】本発明の一実施例の概略構成を示すブロック図。

【図2】図1に示す実施例に用いられるコントラスト検出部の概略構成を示すブロック図。

【図3】図1に示す実施例の動作を説明するための図。

【図4】図1に示す実施例の動作を説明するための図。

【図5】従来のコントラスト検出を利用したオートフォーカス装置の一例を示すブロック図。

【図6】従来のオートフォーカス装置による動作を説明するための図。

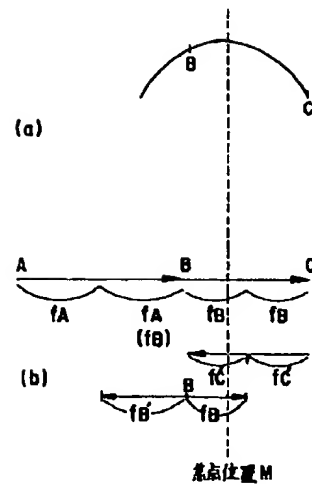
30 【図7】従来のオートフォーカス装置による動作を説明するための図。

【符号の説明】

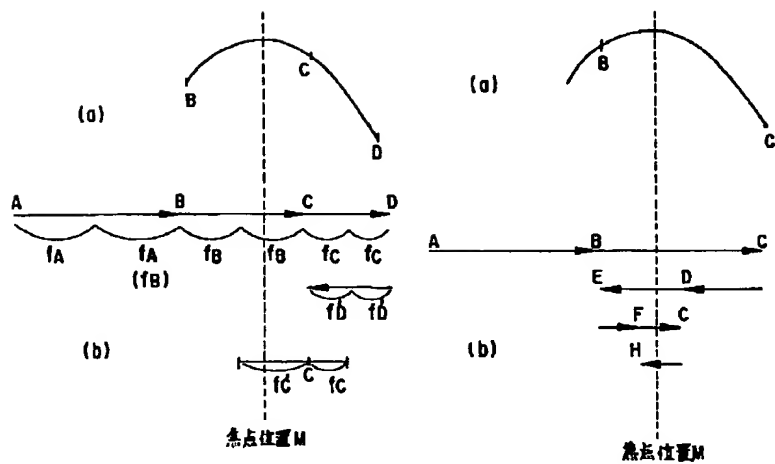
21…レンズ系、22…フォーカスマータ、23…CCD、231…タイミング発生器、232…CCDドライバ、24…プロセス回路、25…A/D変換器26、27、47、49…加算器、29、31、41、42、48…フィールドメモリ、33ガンマ補正部、34…エンハンサ部、37…同時化部、38…色差生成部、43…カラービューファインダROMテーブル、44…ドライバ、45…カラービューファインダ、46…1Hメモリ、50…外部メモリ、51…ROMテーブル、52…エンコーダ/タイミング発生器、53…D/A変換器、54…アンプ/バッファ、55…コントラスト検出部、551…バンドパスフィルタ、552…スイッチ、553…整流回路、554…積分回路、555…A/D変換器、56…メインコントローラ、57…フォーカス駆動回路。

[illegible]

【圖3】



【圖 6】





The diagram illustrates an optical system with feedback loops. Light enters from the left, passes through a lens (1), and is focused by a converging lens (2) onto a photodetector (3). The photodetector is connected to a control circuit (6). The control circuit (6) has two outputs: one to a high-pass filter (HPF) (7) and another to a division circuit (10). The HPF (7) is connected to a rectifier circuit (8). The division circuit (10) has two outputs: one to a driving circuit (11) and another to a feedback circuit (9). The driving circuit (11) is connected to a focus motor (4) and a tilt motor (5). The feedback circuit (9) is connected to a focus driving circuit (9) and a tilt driving circuit (11).

Figure 1 consists of two parts, (a) and (b). Part (a) shows a parabolic curve opening downwards, with a vertical dashed line passing through its peak. Points A, B, C, and D are marked along the horizontal axis of the curve. Part (b) shows a series of horizontal arrows representing a sequence of points or vectors, labeled G, F, E, H, I, and J, with a vertical dashed line passing through point I. The arrows are arranged in a way that suggests a sequence of points or vectors along a horizontal axis.